Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México,
Serie Zoología 74(2): 211-237. 2003

Determinación de prioridades en las áreas de conservación para los mamíferos terrestres de México, empleando criterios biogeográficos

TANIA ESCALANTE ESPINOSA*

Resumen. Se analizaron los patrones espaciales de riqueza y endemismo de la distribución de los mamíferos terrestres de México para proponer prioridades en sus áreas de conservación. Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) se compararon con áreas poco conocidas, áreas con gra riqueza de especies, áreas de endemismo y áreas con especies nativas en riesgo, obtenidas a partir de datos de ejemplares de colecciones científicas y de la literatura. La 57 áreas propuestas(21 ANP y 36 RTP) permiten incluir áreas con alta riqueza y cinco áreas de endemismo que contienen especies características y endémicas en riesgo. Además, se propone la creación de una área de conservación que incluya a una ecorregión con especies características, que no se encuentra contemplada en las ANP y RTP.

Palabras clave: conservación, biogeografía, mamíferos, riqueza, endemismo, México.

Abstract. Patterns of spatial richness and endemicity of distribution of Mexican terrestrial mammals were analyzed to propose priorities in their conservation areas. 'Áreas Naturales Protegidas' (ANP) and 'Regiones Terrestres Prioritarias' (RTP) were contrasted with areas with low knowledge, areas with high richness of species, areas of endemicity, and ocurrence areas of endangered species of native terrestrial mammals, obtained from data of scientific collection specimens and literature. The priorization of 57 areas (21 ANP and 36 RTP), allow conserve high richness areas and five areas of endemicity that contain endangered characteristic and endemic species. Also, I propose to create an area of conservation for one ecoregion with characteristic species, not included in any ANP and RTP.

Key words: conservation, biogeography, mammals, richness, endemicity, Mexico.

*Museo de Zoología, Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, UNAM, Apdo. postal 70-399, 04510 México, D. F. tania_escalante@correo.unam.mx

Introducción

El siglo pasado terminó con una profunda crisis de la biodiversidad, quedando en evidencia que la bioconservación y el uso sustentable requieren evaluaciones precisas a nivel taxonómico y ecosistémico (Morrone & Espinosa-Organista 1998). Sin embargo, algunos de los esfuerzos de bioconservación han estado enfocados a proteger únicamente aquellas especies que son más conspicuas o carismáticas, las especies características que dan identidad a cierto país o tienen cierta importancia cultural, o las especies que han sido clasificadas en alguna categoría de riesgo (extinta en estado silvestre, en peligro crítico, en peligro, vulnerable, etc.). Se han realizado esfuerzos importantes de conservación de los mamíferos terrestres a nivel mundial, algunos de ellos relacionados con el área de distribución de las especies, empleando información 'histórica' de colecciones biológicas (Cuzin 1996). Los estudios previos de los mamíferos terrestres de México revelan que gran número de especies son vulnerables a la extinción, y pocas han sido clasificadas por las organizaciones internacionales como en peligro o amenazadas (Ceballos & Navarro 1991; López-Wilchis *et al.* 1992 a, b; Ceballos 1999).

Teóricamente, un Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) sería un mecanismo ideal y eficaz para proteger la diversidad de México, pero este potencial es limitado, en principio, por razones intrínsecas a la propia biodiversidad del territorio (SEMARNAP-INE-Conabio 1995). En el año 2000 se publicó el Programa de Áreas Naturales Protegidas de México (SEMARNAP 2000), y en la actualidad, el SINAP comprende 119 áreas naturales protegidas (ANP) (INE-SEMARNAT 2001), que cubren poco más del 8% del territorio nacional. El SINAP, sin embargo, aún dista de ser balanceado y operativamente óptimo, por lo que requiere incorporar nuevas áreas protegidas (SEMARNAP-INE-Conabio 1995), por ejemplo las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) (Arriaga *et al.*, 2000; Conabio, 2000). Así, el SINAP podría funcionar como punto de partida para elegir nuevas áreas o para elegir cuáles de las ANP con decreto deben ser prioritarias para el mantenimiento de ciertos taxones.

Se han propuesto diversos criterios para la selección de áreas para propósitos de conservación, como la riqueza de especies, el uso de criterios filogenéticos, la heterogeneidad del hábitat, la presencia de especies raras, endémicas o en peligro, sitios de integridad biológica o naturalidad, entre otros (*v. gr.* Vane-Wright *et al.* 1991, Arita *et al.* 1997, Eeley *et al.* 2001). Para la conservación de los mamíferos de México se han desarrollado estrategias enfocadas a la selección de áreas prioritarias (Ceballos *et al.* 1998, Ceballos 1999), pero la presencia de áreas de endemismo no se ha empleado de manera consistente. La elaboración de atlas biogeográficos mediante métodos panbiogeográficos y cladísticos puede permitir documentar de manera eficiente los patrones de la diversidad biológica y ayudar a la selección de las áreas que puedan conservarse (Morrone & Espinosa-Organista 1998, Morrone 2000).

En este artículo propongo una estrategia de selección de áreas de prioridad para la conservación de los mamíferos terrestres de México, con base en las modificaciones recientes y a partir del estado actual del conocimiento de su distribución, sus patrones de riqueza de especies y de endemismo, y las clasificaciones de riesgo actuales.

Material y métodos

Se consultó una base de datos con 56 859 registros de ejemplares de mamíferos terrestres de México albergados en colecciones biológicas y de literatura (Ceballos & Arita 1996, López-Wilchis 1996, López-Wilchis & López-Jardinez 1998), los cuales fueron depurados y verificados en su nomenclatura y georreferencia (Escalante *et al.* 2002).

El análisis de áreas desconocidas se obtuvo de Escalante *et al.* (2002) para una gradícula de 0.5° de latitud por 0.5° de longitud. En cada celda de la gradícula se contó el número de registros (ejemplares), como medida del estado de conocimiento de su mastofauna. El número de registros por celda fue clasificado en una escala geométrica base dos, y de acuerdo con esto, las celdas fueron agrupadas en cuatro clases: (1) celdas sin registros, (2) celdas con menos de 31 registros, (3) celdas con 32 a 127 registros, y (4) celdas con más de 128 registros. Las celdas de las dos primeras clases, es decir, con menos de 32 registros por cada 3,000 km^2 aproximadamente, fueron consideradas como de bajo conocimiento de su mastofauna. Además se revisó si había especies citadas para el país, pero no representadas en la base de datos según la lista taxonómica de Ramírez-Pulido *et al.* (1996), y se contó el número de registros por especie como una aproximación a una medida de rareza (Gaston 1994). Las especies sin registros en la base de datos, pero citadas para México, y aquellas que presentaron menos de tres ejemplares fueron contrastadas con especies catalogadas en riesgo por la 2000 IUCN Red List (Hilton-Taylor 2000) y la NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT 2002).

Para el análisis de riqueza, se obtuvo el número de especies totales en una gradícula de 0.5° de latitud por 0.5° de longitud, a partir de los datos de Arita (1999). El número de especies se encuentra clasificado en clases de intervalos de 25 especies, por lo que se agruparon los cuadros pertenecientes a cada clase.

Se identificaron las áreas de endemismo empleando el método de Análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE, por sus siglas en inglés). Este método permite identificar áreas de endemismo con base en una analogía en la sistemática filogenética, al obtener cladogramas de áreas donde los agrupamientos de áreas están diagnosticados por taxones compartidos. El método consiste en la elaboración de una matriz de presencia-ausencia de taxones en áreas, la cual se somete a un algoritmo de parsimonia, con lo que se obtiene un cladograma de áreas, a partir del cual se identifican grupos de áreas donde se superponen las distribucio-

nes de dos o más taxones que resultaron "sinapomorfías" en el cladograma (Morrone 1994, Morrone & Escalante 2002). Las áreas de endemismo son identificadas entonces sólo en aquellos sitios donde se superponen las distribuciones de dos o más especies. Las áreas de endemismo para los mamíferos terrestres de México se obtuvieron en un sistema de 47 ecorregiones (Arriaga *et al.* 1997), además se emplearon los taxones característicos para cada ecorregión y los taxones que justificaban los agrupamientos de ecorregiones (Escalante *et al.* en prensa). Todos esos taxones fueron revisados para las categorías de riesgo.

Las celdas con menor conocimiento de su mastofauna, con mayor riqueza de especies y las áreas de endemismo fueron sobrepuestas individualmente a los mapas de 119 áreas naturales protegidas (ANP) del actual SINAP (INE-SEMARNAT 2001) y de 151 regiones terrestres prioritarias (RTP) de Conabio (2000), para determinar su representatividad en ellos. Adicionalmente fue examinada la presencia de poblaciones y carreteras (Digital chart of the world, SEDESOL 1997). Finalmente fueron priorizadas las áreas (ANP y RTP) donde coincidieran al menos dos criterios: alta riqueza de especies, presencia de áreas de endemismo y especies en riesgo, y las áreas resultantes fueron contrastadas con un mapa de uso de suelo, con la finalidad de estimar si existe manejo agrícola, pecuario y forestal (Conabio 1999). Todas las sobreposiciones se realizaron empleando el programa Arc View GIS v. 3.2 (ESRI 1999).

Resultados

Estado del conocimiento y conservación. De una sobreposición inicial entre ANP y RTP, de las 119 ANP, al menos 73 estuvieron representadas en el mapa de las RTP, y la mayoría de las restantes correspondieron a islas y áreas marinas. Sin embargo, gran cantidad (91) de RTP no se encuentran aún en el SINAP. Si consideramos el número de ejemplares en colecciones biológicas como una medida de la cantidad de conocimiento de la distribución de la mastofauna en unidades de gradícula de 0.5° x 0.5°, 164 cuadros (aproximadamente 500,000 km^2, o 23% del territorio) tuvieron menos de 32 ejemplares recolectados que no se encuentran dentro de áreas naturales con protección o propuestas para protegerse (Fig. 1).

Por otra parte, la base de datos consultada únicamente contenía información sobre 425 especies terrestres de las casi 450 citadas para México. Entre las especies faltantes en la base de datos, que se encuentran en alguna categoría de riesgo (categoría de la 2000 IUCN Red List, categoría de la NOM-059-ECOL-2001), están: *Enhydra lutris* (en peligro, en peligro de extinción), *Heteromys nelsoni* (en peligro crítico, sujeta a protección especial), *Lepus insularis* (riesgo bajo, sujeta a protección especial), *Neotoma bunkeri* (en peligro, extinta), *N. varia* (en peligro, amenazada), *Oryzomys nelsoni* (extinta, extinta), *Peromyscus caniceps* (vulnerable, sujeta a protección especial), *P. dickeyi* (en peligro, sujeta a protección especial), *P. pembertoni*

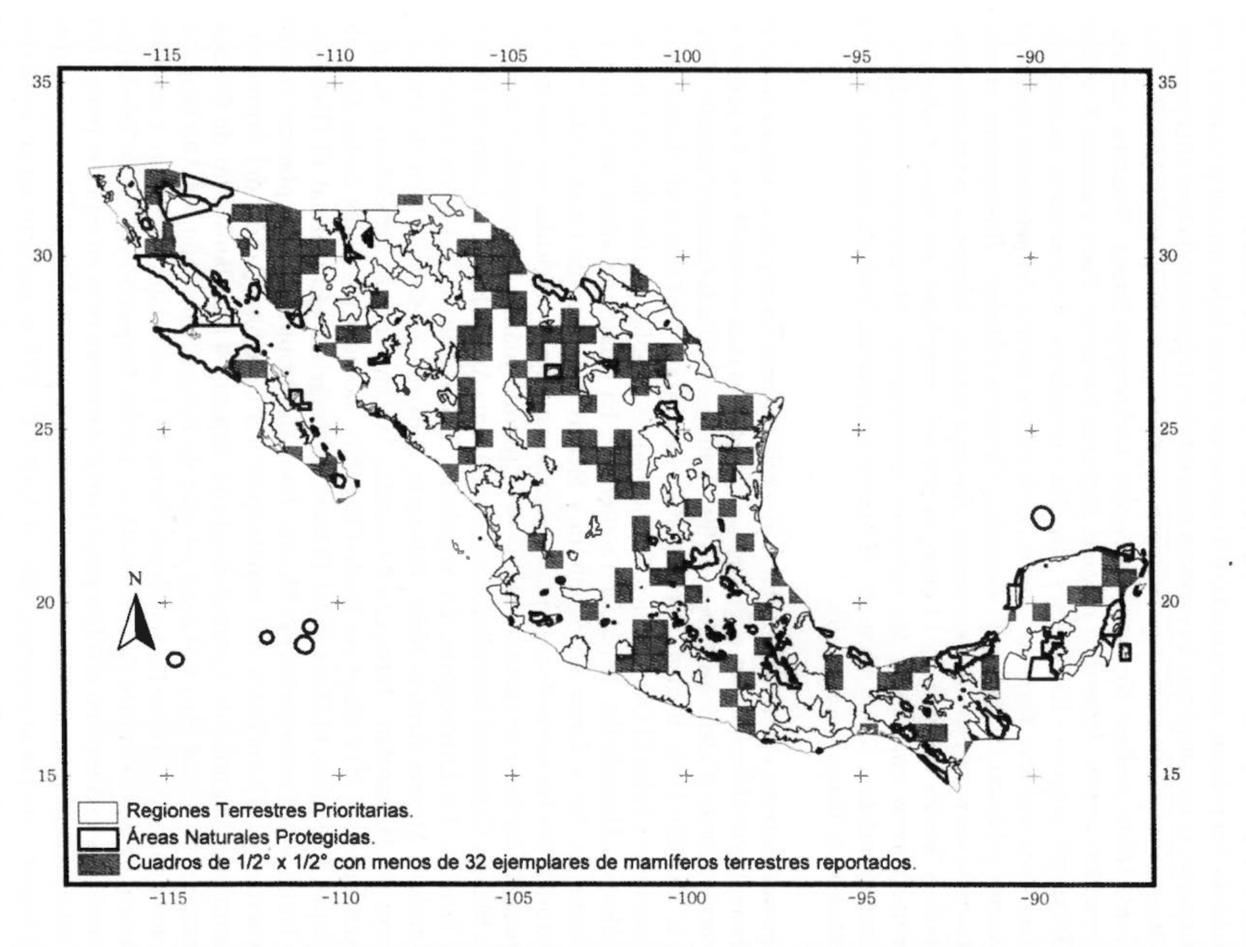


Fig. 1. Áreas de 0.5° x 0.5° con desconocimiento de su mastofauna que no se han establecido como prioritarias para su conservación.

(extinta, extinta), *P. pseudocrinitus* (en peligro crítico, amenazada), *P. sejugis* (sin categoría, amenazada), *P. slevini* (en peligro crítico, amenazada), *Reithrodontomys spectabilis* (en peligro, amenazada) y *R. zacatecae* (riesgo bajo, no categorizada). Por otra parte, se encontró que 14 especies solo estaban representadas por un ejemplar: *Ammospermophilus insularis, Cryptotis goodwini, Lasionycteris noctivagans, Megadontomys nelsoni, Myotis findleyi, Neotoma martinensis, Orthogeomys lanius, Oryzomys rostratus, Perognathus amplus, Peromyscus stephani, Scapanus latimanus, Sorex arizonae, S. sclateri* y *Sylvilagus graysoni*; 15 especies por dos ejemplares: *Centronycteris maximiliani, Cratogeomys neglectus, Cryptotis mayensis, Lichonycteris obscura, Megadontomys cryophilus, Nelsonia goldmani, Orthogeomys cuniculus, Oryzomys rhabdops, Pappogeomys alcorni, Peromyscus nasutus, Phyllostomus stenops, Rheomys thomasi, Rhogeessa genowaysi, Sorex stizodon* y *Tonatia brasiliense*, y 11 especies por tres ejemplares: *Bos bison, Enchisthenes hartii, Euderma maculatum, Macrophyllum macrophyllum, Micronycteris schmidtorum, Mimon crenulatum, Myotis planiceps, Pteronotus gymnonotus, Scalopus aquaticus, Tylomys tumbalensis* y *Vampyrum spectrum*.

Riqueza de especies y conservación. La riqueza de especies en el país es mayor hacia el sureste, particularmente en el estado de Chiapas, lo cual coincide con los registros de otros autores (Ceballos & Navarro 1991, Ramírez-Pulido & Castro-Campillo 1993, Fa & Morales 1998, Escalante *et al.* 2002). Se encontraron dos ANP (Lagunas de Montebello y Selva El Ocote) y siete RTP (Bosques mesófilos de los Altos de Chiapas, El Momón-Montebello, Huitepec-Tzontehuitz, La Chacona-Cañón del Sumidero, Lacandona, Selva Zoque-La Sepultura y Sierras del norte de Oaxaca-Mixe), que coinciden con las zonas de más alta riqueza de especies (cuadrículas con más de 150 especies). También se encontraron 23 ANP (Benito Juárez, Bonampak, Cañón del Río Blanco, Cañón del Sumidero, Cascadas de Agua Azul, Chan-Kin, Cofre de Perote, El Triunfo, La Encrucijada, La Sepultura, Lacan-Tun, Lagunas de Chacahua, Metzabok, Montes Azules, Nahá, Palenque, Pantanos de Centla, Pico de Orizaba, Sierra de Manantlán, Tehuacán-Cuicatlán, Volcán Nevado de Colima, Yagul y Yaxchilán) y 23 RTP (Bajo río Verde-Chacahua, Bosques mesófilos de los Altos de Chiapas, Cuetzalan, El Manzanillal, El Momón-Montebello, El Mozotal, El Tlacuache, El Triunfo-La Encrucijada-Palo Blanco, Encinares tropicales de la planicie costera Veracruzana, Humedales del Papaloapan, La Chacona-Cañón del Sumidero, Lacandona, Lagunas de Catazajá-Emiliano Zapata, Manantlán-Volcán de Colima, Pantanos de Centla, Pico de Orizaba-Cofre de Perote, Selva espinosa Alto Grijalva-Motozintla, Selva Zoque-La Sepultura, Sierra de Coalcomán, Sierra sur y costa de Oaxaca, Sierras del norte de Oaxaca-Mixe, Tacaná-Boquerón y Valle de Tehuacán-Cuicatlán) que coinciden en otras zonas particularmente ricas en especies (entre 125 y 150 especies). Sin embargo, es evidente que son pocas las ANP y RTP que coinciden con lugares con pocas especies, sólo 14 ANP y 17 RTP se encuentran en sitios con menos de 50 especies, la mayoría de los cuales están ubicados en islas, o corresponden al norte del país y la Península de Baja California (Fig. 2).

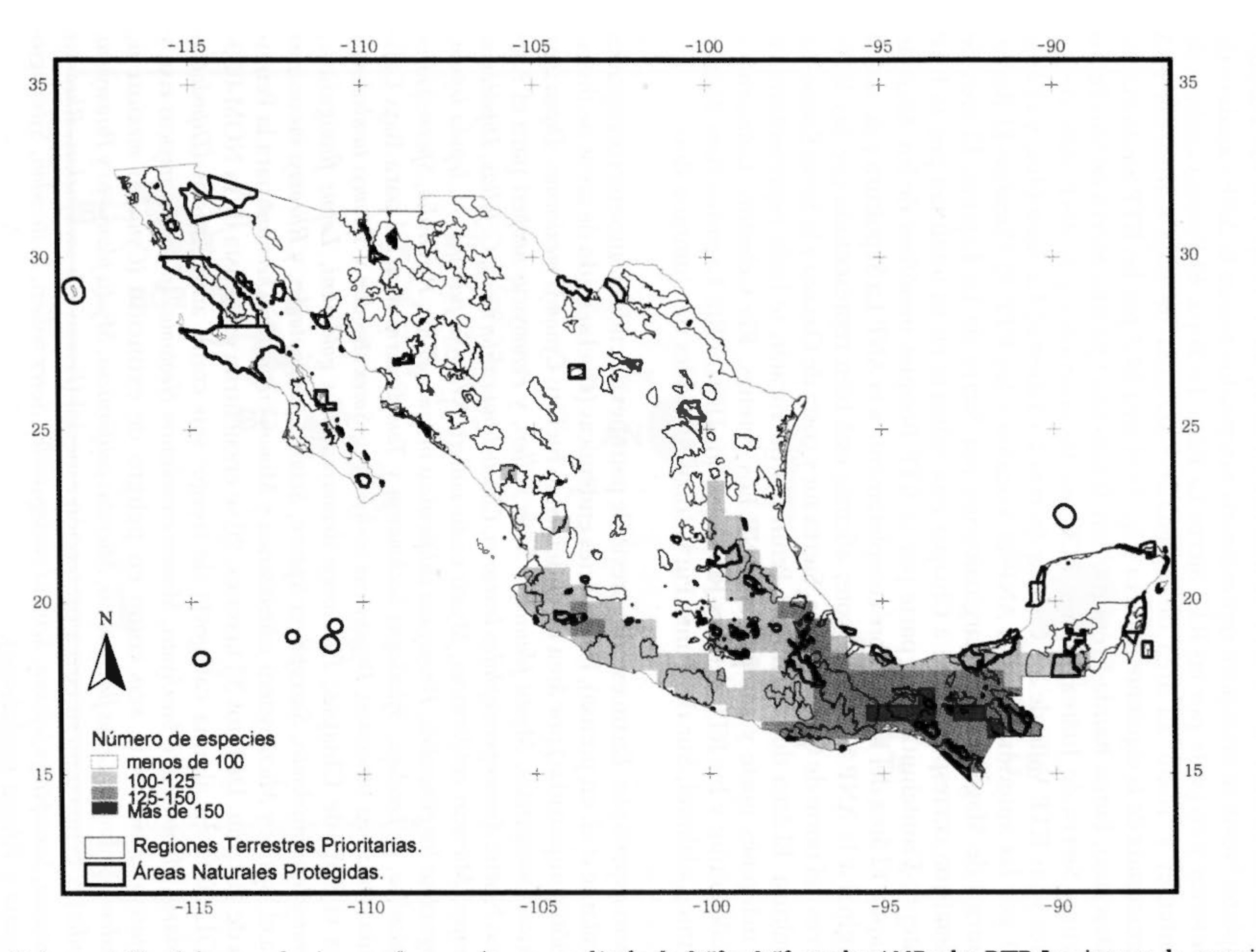


Fig. 2. Sobreposición del mapa de riqueza de especies en gradícula de 0.5° x 0.5° con las ANP y las RTP. La riqueza de especies en clases cada 25 especies fue obtenida de Arita (1999).

Áreas de endemismo y conservación. El mapa donde fueron sobrepuestas las áreas de endemismo con las ANP y RTP se muestra en la figura 3. El área de endemismo Altiplano Norte se encuentra representada marginalmente en la ANP Cumbres de Monterrey y en parte por las RTP Sierra La Paila, La Popa, El Potosí-Cumbres de Monterrey y Tokio. El área de endemismo anidada de Baja California está representada de la siguiente manera (Fig. 3): el área BC3 por las RTP Santa María-El Descanso, Punta Banda-Eréndira, San Telmo-San Quintín, Sierra de San Pedro Mártir y Sierra de Juárez; el área BC2 por las anteriores y la ANP Valle de los Cirios y las RTP Valle de los Cirios y Sierras La Libertad-La Asamblea; y el área BC1 por las anteriores más la ANP El Vizcaíno y las RTP El Vizcaíno-El Barril, Planicies de Magdalena, y marginalmente por Sierra de La Laguna. El área de endemismo correspondiente a Chiapas está cubierta en su totalidad por la RTP Huitepec-Tzontehuitz, y en parte por la RTP Bosques mesófilos de los Altos de Chiapas. El área del Istmo cubre completamente a la ANP La Sepultura y de modo marginal a la ANP Selva El Ocote; además está bien representada por las RTPs Sierras del norte de Oaxaca-Mixe, Sierra sur y costa de Oaxaca y la Selva Zoque-La Sepultura. El área de endemismo Península de Yucatán se halla representada en sus márgenes norte y sur por las ANP Los Petenes, Ría Celestún, Calakmul y Dzibilchaltún; y las RTP Petenes-Ría Celestún, Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam, Silvituc-Calakmul, Sur del Punto Put y Zonas forestales de Quintana Roo.

Especies importantes. En un estudio previo de patrones de endemismo en ecorregiones (Escalante *et al.* en prensa), las especies endémicas (en el sentido de áreas de distribución compartidas) por área de endemismo fueron: *Cynomys mexicanus, Dipodomys merriami margaritae, Myotis planiceps, Sorex milleri,* y *Peromyscus hooperi* para el Altiplano Norte; *Ammospermophilus leucurus, Chaetodipus californicus, C. fallax, Dipodomys gravipes, Microtus californicus, Myotis evotis milleri, Neotoma fuscipes, N. lepida lepida, Perognathus longimembris, Peromyscus californicus insignis, P. eva, P. guardia, Spermophilus atripicallus, S. beecheyi, Sylvilagus bachmanni* y *Tamiasciurus mearnsi* para Baja California; *Oryzomys saturatior, Peromyscus zarhynchus, Sorex stizodon* y *Tylomys tumbalensis* para el área de Chiapas; *Heteromys desmarestianus goldmani, Lepus flavigularis, Micronycteris brachyotis, Saccopteryx leptura, Sciurus variegatoides,* y *Rheomys mexicanus* para el Istmo; y *Micronycteris schmidtorum* y *Mimon crenolatum keenani* para la Península de Yucatán. De estos 33 taxones, 20 se encuentran en la lista de la NOM-059-ECOL-2001 en alguna categoría de riesgo: seis como amenazados (*Dipodomys merriami, Micronycteris brachyotis, Mimon crenolatum Neotoma lepida, Peromyscus eva,* y *Tamiasciurus mearnsi*), seis como en peligro de extinción (*Cynomys mexicanus, Dipodomys gravipes, Lepus flavigularis, Microtus californicus, Myotis planiceps* y *Peromyscus guardia*), y ocho como sujetos a protección especial (*Peromyscus zarhynchus, Rheomys mexicanus, Saccopteryx leptura, Sciurus variegatoides, Sorex milleri, S. stizodon, Sylvilagus bachmani* y *Tylomys tumbalensis*).

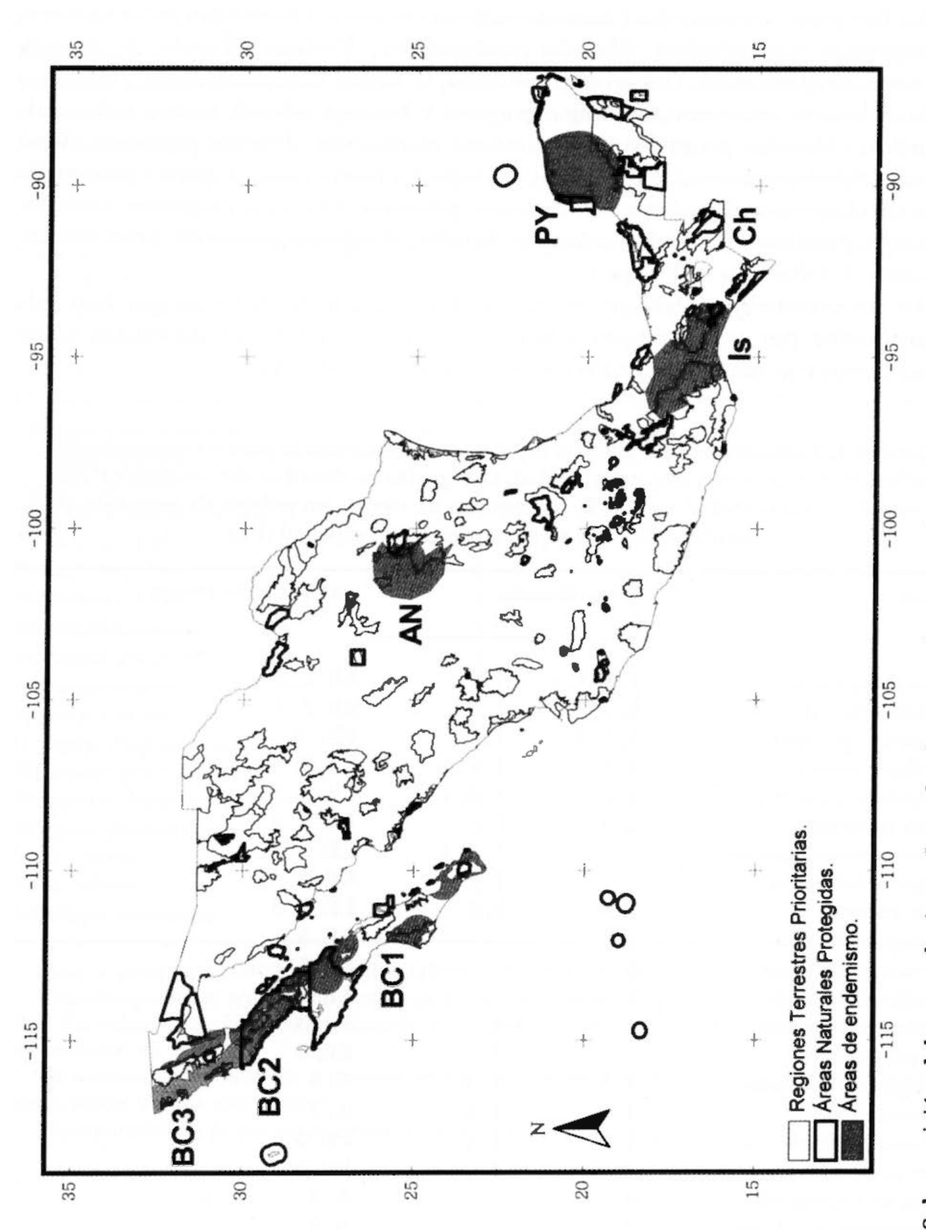


Fig. 3. Sobreposición del mapa de áreas de endemismo con las ANP y las RTP. AN, Altiplano Norte; BC1, BC2 y BC3, Baja California; Ch, Chiapas; Is, Istmo; y PY, Península de Yucatán.

De 55 taxones característicos en 27 ecorregiones (Escalante *et al.* en prensa), 29 fueron catalogados en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-ECOL-2001, 14 de ellos como amenazados (*Ammospermophilus insularis*, *Chaetodipus fallax anthonyi*, *Macrophyllum macrophyllum*, *Microtus guatemalensis*, *Neotoma albigula*, *N. bryanti*, *Notiosorex crawfordi evotis*, *Orthogeomys cuniculus*, *O. lanius*, *Otonyctomys hatii*, *Peromyscus stephani*, *Sciurus arizonensis*, *Sylvilagus graysoni*, y *Xenomys nelsoni*), seis en peligro de extinción (*Microtus pennsylvanicus*, *Neotoma martinensis*, *Procyon pigmaeus*, *Sorex arizonae*, *Sylvilagus insonus*, y *Zygogeomys trichopus*), y nueve como sujetos a protección especial (*Lasionycteris noctivagans*, *Nelsonia goldmani*, *Oryzomys chapmani caudatus*, *Pteronotus gymnonotus*, *Pteropteryx kappleri kappleri*, *Rhogeessa genowaysi*, *Sorex ornatus*, *S. sclateri*, y *Sylvilagus mansuetus*).

De los resultados anteriores se deriva una lista con los taxones que han sido considerados por otros autores como prioritarios para su conservación y que coincidieron con los encontrados en este trabajo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparación de algunas especies con importancia para su conservación, ordenadas de acuerdo con su prioridad. Categorías de distribución: endémica[a] (E); restringida, característica[b] o rara (R). Categorías de riesgo: en peligro de extinción (EE), amenazada (A) y sujeta a protección especial (PE)

Taxón	Distribución		Categoría de riesgo
	E	R	
Lepus flavigularis	1, 2, 3, 4	1, 2	EE: 2, 3
*Romerolagus diazi**	1, 2, 3	1, 2	EE: 2, 3
Dipodomys gravipes	1, 3, 4	1	EE: 3
Sylvilagus insonus	1, 2	1, 2, 4	EE: 2, 3
Zygogeomys trichopus	1, 2	1, 2, 4	EE: 2, 3
Myotis planiceps	2, 4	2	EE: 2, 3
Microtus pennsylvanicus		1, 2, 4	EE: 2, 3
*Scapanus latimanus**		1, 2	EE: 2; A: 3
Sorex arizonae		2, 4	EE: 2, 3
Cynomys mexicanus	4		EE: 3
Microtus californicus	4		EE: 3
Peromyscus guardia	4		EE: 3
Neotoma martinensis		4	EE: 3
Procyon pigmaeus		4	EE: 3
Orthogeomys cuniculus	1, 3	1, 4	A: 3
Xenomys nelsoni	1, 3	1, 4	A: 3
Nelsonia goldmani	1, 3	1, 4	PE: 3
*Sorex juncensis**	1, 3	1	PE: 3
Dipodomys merriami	4		A: 3
Micronycteris brachyotis	4		A: 3
Mimon crenolatum keenani	4		A: 3
Neotoma lepida	4		A: 3

Cuadro 1. Continuación.

Taxón	Distribución		Categoría de riesgo
	E	R	
Peromyscus eva	4		A: 3
Tamiasciurus mearnsi	4		A: 3
Myotis evotis milleri	4		PE: 3
Peromyscus zarhynchus	4		PE: 3
Rheomys mexicanus	4		PE: 3
Saccopteryx leptura	4		PE: 3
Sciurus variegatoides	4		PE: 3
Sorex milleri	4		PE: 3
Sorex stizodon	4		PE: 3
Sylvilagus bachmani	4		PE: 3
Tylomys tumbalensis	4		PE: 3
Chaetodipus fallax anthonyi		4	A: 3
Macrophyllum macrophyllum		4	A: 3
Microtus guatemalensis		4	A: 3
Neotoma albigula		4	A: 3
Neotoma bryanti		4	A: 3
Notiosorex crawfordi evotis		4	A: 3
Peromyscus stephani		4	A: 3
Orthogeomys lanius		4	A: 3
Otonyctomys hatti		4	A: 3
Sciurus arizonensis		4	A: 3
Sylvilagus graysoni		4	A: 3
Ammospermophilus insularis		4	PE: 3
Lasionycteris noctivagans		4	PE: 3
Oryzomys chapmani caudatus		4	PE: 3
Pteronotus gymnonotus		4	PE: 3
Peropteryx kappleri kappleri		4	PE: 3
Rhogeesa genowaysi		4	PE: 3
Sorex ornatus		4	PE: 3
Sorex sclateri		4	PE: 3
Sylvilagus mansuetus		4	PE: 3

Citas: 1. Arita *et al.* (1997); 2. Ceballos (1999); 3. NOM-059-ECOL-2001; 4. Este trabajo.

[a]Cuando aparece el término endémico en 1, 2 y 3 se refiere "a aquel taxón exclusivo de México". Para 4 se refiere a la condición de coincidir su distribución con uno o más taxones, incluso aunque no sea exclusivo de México.

[b]En ocasiones es equivalente al término 'endémica' en el sentido de 1, 2 y 3. En el sentido de 4 es un taxón propio de una ecorregión.

*Fueron incluidas ya que se encontraron en las citas 1, 2 y 3, aunque no en 4.

Factor antropogénico. La presencia de caminos y asentamientos humanos, así como el uso de la tierra en actividades agropecuarias deben considerarse en la elección de las áreas. En una sobreposición de un mapa de carreteras y ciudades principales se observó que, en general, pocas ciudades importantes se encuentran situadas dentro de áreas de endemismo (Fig. 4): Saltillo en Altiplano Norte; Ensenada, Tecate y Tijuana en BC3, BC2 y BC1; Cabo San Lucas y La Paz en BC1; San Cristóbal de las Casas en Chiapas; Salina Cruz y Tuxtepec en el Istmo; y Campeche, Izamal, Mérida y Puerto Progreso en el área de la Península de Yucatán. En cuanto a la riqueza de especies, los sitios más ricos coinciden con ciudades grandes como San Cristóbal de las Casas y Tuxtla Gutiérrez.

Discusión

El uso de los datos de ejemplares de colecciones en prácticas de conservación ha sido muy discutido (Kress *et al.* 1998, Shaffer *et al.* 1998, Lobo 2000, Soberón *et al.* 2000, Steege *et al.* 2000, Lobo *et al.* 2001, Ponder *et al.* 2001, entre otros). Incluso para los taxones más conocidos, el uso de estos datos aún ha sido restringido, y las críticas más importantes abarcan la subestimación de las áreas de distribución de los taxones a partir de los puntos de recolecta, y la misma recolecta como un muestreo sesgado por el propio investigador (muestreo no aleatorio). Los mamíferos de México se encuentran bien representados en colecciones biológicas y, dado que la recopilación de datos históricos ha ocupado ya más de un siglo, parece ser un buen momento de utilizar los datos disponibles en ellas para proponer hipótesis y analizar su utilidad en la detección de patrones, así como su uso en bioconservación.

Los mamíferos terrestres de México muestran sesgos importantes en su conservación, derivados en ocasiones de los sesgos en el estado del conocimiento de sus distribuciones, puesto que los resultados indican que al parecer, sólo se están protegiendo áreas suficientemente conocidas, mientras que las áreas con poco conocimiento por lo general carecen de estrategias de conservación en cuanto a ANP. Sería importante dirigir más estudios a las áreas con desconocimiento para poder establecer si existe alguna prioridad de conservación, o para verificar si esa falta de conocimiento en realidad está indicando poca diversidad. Actualmente es posible iniciar tales estudios ya que se cuenta con información reciente sobre los cambios en el uso de suelo del Inventario Forestal Nacional 2000 (Palacio-Prieto *et al.* 2000) y con metodologías como el *gap analysis* (Burley 1990, Scott & Jennings 1998, Escalante *et al.* 2000).

En cuanto al sesgo de la recolecta, también se pudo observar que es posible que éste no sea necesariamente la causa de que individuos de algunas especies no se hayan registrado, sino al mal estado de sus poblaciones o a una condición de rareza, ya que el 52% de las especies faltantes en la base de datos se encuentran categorizadas como en riesgo. No obstante, se encontraron taxones con muchos

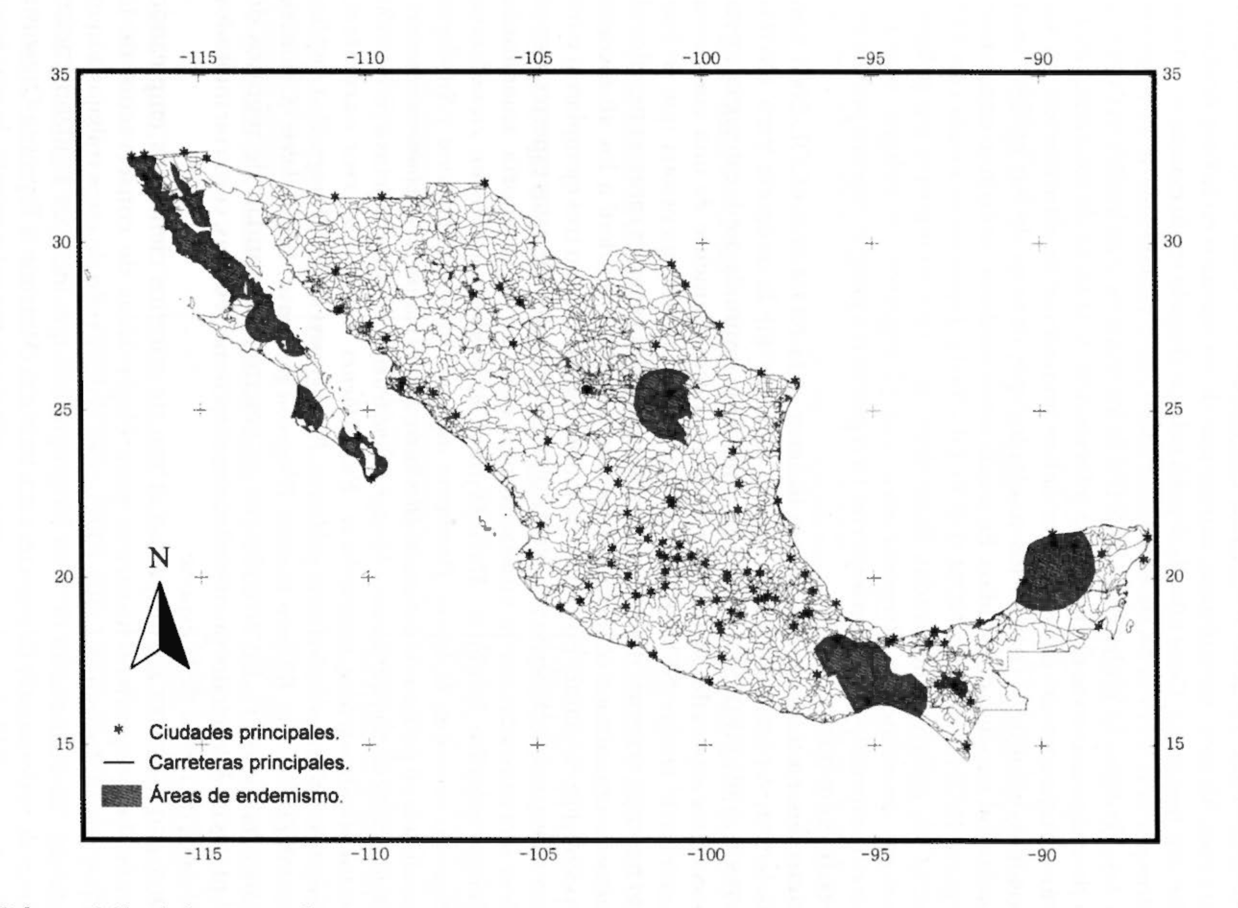


Fig. 4. Sobreposición de los mapas de carreteras y ciudades principales con las áreas con las áreas de endemismo.

registros en la base de datos, pero cuyas poblaciones se han deteriorado o incluso han desaparecido. La 2000 IUCN Red List considera a *Ursus arctos nelsoni* como extinta para México; sin embargo, existen más de 40 registros en la base de datos. El lobo gris mexicano, *Canis lupus baileyi*, ha sido catalogado como extinto en estado silvestre por la IUCN y la NOM-059-ECOL-2001, pero existen más de 70 registros en la base de datos. Es probable que muchos de los registros sean históricos ('viejos'), pero para algunos, no se dispone de la información de la fecha de recolecta, por lo que los programas de conservación deben considerar la información de las colecciones, siempre y cuando los resultados que deriven de sus análisis sean apoyados con otro tipo de estudios. En condiciones similares también se encuentran (categoría IUCN, categoría NOM-059-ECOL-2001): *Leptonycteris nivalis* con 145 registros (en peligro, amenazada), *Romerolagus diazi* con 40 registros (en peligro, en peligro de extinción), *Rhogeessa alleni* con 37 registros (en peligro, sujeta a protección especial) y *Ovis canadensis* con 19 registros (en peligro, sujeta a protección especial), entre otras.

Entre las modificaciones que se hicieron a la NOM-059-ECOL-2001 con respecto a su versión anterior, es notorio el hecho que la categoría 'rara' (NOM-059-ECOL-1994 [SEDESOL 1994]) en general fue sustituida por la categoría 'sujeta a protección especial', ya que la rareza no necesariamente es una condición indicadora de riesgo (SEMARNAT 2002). Gaston (1994) menciona que se han usado hasta 25 criterios diferentes para delimitar las especies raras, entre ellos el número de organismos observados. En este sentido, consideré a los 40 taxones con pocos representantes en la base de datos (con uno, dos o tres ejemplares) para revisar su estatus de acuerdo a la NOM-059-ECOL-2001. De estas especies, casi el 68% se encontraron en la citada norma: ocho en la categoría amenazada (*Ammospermophilus insularis, Macrophyllum macrophyllum, Mimon crenulatum, Orthogeomys cuniculus, O. lanius, Peromyscus stephani, Scapanus latimanus* y *Sylvilagus graysoni*), seis en peligro de extinción (*Bos bison, Myotis planiceps, Neotoma martinensis, Scalopus aquaticus, Sorex arizonae* y *Vampyrum spectrum*) y 13 como sujetas a protección especial (*Centronycteris maximiliani, Enchisthenes hartii, Euderma maculatum, Lasionycteris noctivagans, Nelsonia goldmani, Pappogeomys alcorni, Perognathus amplus, Pteronotus gymnonotus, Rheomys thomasi, Rhogeessa genowaysi, Sorex sclateri, S. stizodon* y *Tylomys tumbalensis*). De acuerdo con lo anterior, la cantidad de registros de ejemplares de colecciones puede utilizarse, con ciertas reservas, como un indicador del estatus de riesgo de la especie.

Recientemente se ha propuesto el uso de criterios científicos empleando métodos biogeográficos históricos para elegir áreas de conservación de la biodiversidad (Morrone & Crisci 1992), pero el desarrollo de estos trabajos aún es incipiente. La elaboración de atlas biogeográficos que incluyen la identificación de áreas de endemismo y de especies características (Morrone & Espinosa-Organista 1998; Morrone 2000) puede constituir un criterio de reconocimiento de esas áreas de conservación. El 53% de los taxones característicos de las ecorregiones se encontró en alguna categoría de riesgo, lo cual supondría, que para conservar la

Cuadro 2. Ecorregiones prioritarias para conservar cuyos taxones característicos se han citado como en riesgo

Ecorregión	ANP	RTP
Bosques mesófilos de montaña de los Altos de Chiapas	Cañón del Sumidero, Lagunas de Montebello, Montes Azules y Naha	Bosques mesófilos de los Altos de Chiapas, La Chacona-Cañón del Sumidero, Lacandona, y El Momón-Montebello
Bosques de coníferas y encinos de la Sierra Madre de Oaxaca	Cañón del Río Blanco, y Tehuacán-Cuicatlán	Sierras del norte de Oaxaca-Mixe, y Selva Zoque-La Sepultura
Bosques de coníferas y encinos de la Sierra Madre del Sur	Tehuacán-Cuicatlán	Cerros Negro-Yucaño, El Tlacuache, Sierra de Coalcomán, Sierra Madre del Sur de Guerrero, Sierra sur y costa de Oaxaca, Sierras Triqui-Mixteca, y Valle de Tehuacán-Cuicatlán
Bosques de coníferas y encinos del Sistema Volcánico Transversal	Corredor Biológico Chichinautzin, La Primavera, Iztaccihuatl-Popocatepetl, Mariposa Monarca, Sierra de Quila, y Sierra de Manantlán	Ajusco-Chichinautzin, Chamela-Cabo Corrientes, Manantlán-Volcán de Colima, Nevado de Toluca, Pico de Orizaba-Cofre de Perote, Sierra de Chincua, Sierra Nevada, y Tancítaro
Chaparral del noroeste de Baja California	Sierra de San Pedro Mártir	Punta Banda-Eréndira, Santa María-El Descanso, Sierra de Juárez, y Sierra de San Pedro Mártir
Matorrales xerófilos del Desierto Chihuahuense	Cañón de Santa Elena, Cuatrociénegas, y Mapimí	Cuchillas de la Zarca, El Berrendo, La Popa, Laguna Jaco, Mapimí, Sierra de La Madera, Sierra La Fragua, y Sierra La Paila
Matorrales xerófilos del Desierto Sonorense	Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, Cajón del Diablo y El Pinacate y Gran Desierto de Altar	Las Bocas, San Javier-Tepoca, Sierras El Álamo-El Viejo, Sierra El Bacatete, Sierras El Maviro-Santo Niño, Sierra Libre, Sierra Mazatán, y Sierra Seri
Matorrales xerófilos del oeste de Baja California	El Vizcaíno, Isla de Guadalupe y Valle de los Cirios	El Vizcaíno-El Barril, Planicies de Magdalena, Punta Banda-Eréndira, San Telmo-San Quintín, Sierra La Giganta, Sierras La Libertad-La Asamblea, y Valle de los Cirios
Selvas húmedas de la Planicie Costera de Veracruz		Sierra Gorda-Río Moctezuma, y Cuetzalan
Selvas húmedas de la Península de Yucatán	Calakmul, Laguna de Términos, Sian Ka'an, Uaymil y Yum Balam	Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam, Río Hondo, Sian Ka'an-Uaymil-Xcalak, Silvituc-Calakmul, y Zonas forestales de Quintana Roo
Selvas húmedas de Petén-Tehuantepec	Cascadas de Agua Azul, Chan-Kin, Lacan-Tun, Metzabok, Montes Azules, Palenque, y Selva El Ocote	El Manzanillal, Lacandona, Lagunas de Catazajá-Emiliano Zapata, Selva Zoque-La Sepultura, y Sierras del norte de Oaxaca-Mixe
Selvas húmedas de la Sierra de los Tuxtlas	Los Tuxtlas	Sierra de Los Tuxtlas-Laguna del Ostión

Cuadro 2. Continuación.

Ecorregión	ANP	RTP
Selvas secas del Bajío		Cerro Ancho-Lago de Cuitzeo, Cerro Viejo-Sierras de Chapala, y Hoya Rincón de Parangueo
Selvas secas de Jalisco y Nayarit	Chamela-Cuixmala, y Sierra de Manantlán	Chamela-Cabo Corrientes, Manantlán-Volcán de Colima, Marismas Nacionales, Sierra de Coalcomán, y Sierra Vallejo-Río Ameca
Selvas secas del Pacífico sur	Cañón del Sumidero, Huatulco, Lagunas de Chacahua, y La Sepultura	Bajo Río Verde-Chacahua, El Triunfo-La Encrucijada-Palo Blanco, Sierra Madre del Sur de Guerrero, Selva Zoque-La Sepultura, Sierras del norte de Oaxaca-Mixe, y Sierra sur y costa de Oaxaca
Selvas secas de la Península de Yucatán		
Selvas secas de Sinaloa	Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui	Cuenca del Río Jesús María, Marismas Nacionales, Río Humaya, Río Presidio, San José, San Juan de Camarones, Sierra Los Huicholes, y Sierra de Morones

biota representativa de las regiones naturales del país, al menos debería considerarse una área para cada una de las 27 ecorregiones con especies de distribución restringida a ellas, o al menos, una área para cada ecorregión donde al menos uno de sus taxones característicos se encuentre en riesgo. En el cuadro 2 se detallan las 17 ecorregiones prioritarias para conservar por contener taxones característicos en riesgo, así como las ANP y las RTP con las que coinciden.

El Análisis de Parsimonia de Endemismos es una herramienta de la biogeografía histórica que permite identificar áreas de endemismo, y a su vez áreas prioritarias para la conservación (Posadas & Miranda-Esquivel 1999). De las especies endémicas identificadas, el 63% está catalogado en la lista de la NOM-059-ECOL-2001, de lo cual se deduce que son fundamentales las estrategias a seguir en las ANP o RTP que coinciden con las áreas de endemismo encontradas por Escalante *et al.* (en prensa). Además, es necesario establecer prioridades de conservación con los países con los que México comparte fronteras, en especial para el área de endemismo de Baja California, la cual se extiende naturalmente hacia los Estados Unidos. En particular, debe ponerse énfasis en las RTP del área de endemismo BC3 (Fig. 3), cuyo patrón de anidamiento permite conservar no sólo a las especies de tal área, sino también a las especies de las áreas mayores, BC1 y BC2 (Posadas y Miranda-Esquivel 1999). Esta área además coincide con una área prioritaria encontrada por Ceballos (1999).

Un problema para determinar prioridades de conservación es elegir entre las áreas ricas en especies y los endemismos, pues se ha observado que existe una correspondencia baja entre áreas de alta diversidad, alto endemismo y alto número

de especies en riesgo (Ceballos *et al.* 1998). Dado lo anterior, fueron priorizadas 57 áreas (21 ANP y 36 RTP), donde coinciden al menos dos criterios de los siguientes: alta riqueza de especies, coincidencia con áreas de endemismo, y especies características o endémicas en riesgo (Cuadro 3 y Fig. 5). De acuerdo con esto, se encontró una zona que para los mamíferos terrestres sería muy importante para conservar, ya que en ella coinciden una área de endemismo y alta riqueza de especies: los Altos de Chiapas, donde existen hasta más de 100 especies, de las cuales al menos cuatro son endémicas y tres características de las ecorregiones presentes (Escalante *et al.* 2002, en prensa), y donde se han citado taxones en riesgo. Esta área también fue encontrada por Ceballos *et al.* (1998).

Un análisis de complementariedad realizado por Ceballos (1999) indicó que con 24 áreas se logra la representación de todas las especies de mamíferos protegidos, donde se incluyen todas las encontradas aquí, además a Islas del Golfo, Maderas del Carmen, El Cielo, Omiltemi y La Malinche. Arita *et al.* (1997) propusieron 13 regiones o áreas críticas para la conservación de mamíferos mexicanos no voladores con distribuciones restringidas, y una área de cuadrantes para murciélagos; las áreas críticas en general coinciden con lo presentado en este estudio, aunque harían falta áreas en Chihuahua, el Golfo de Tamaulipas y el centro del país. Álvarez-Mondragón (2001) empleó herramientas panbiogeográficas para proponer áreas de conservación de aves terrestres, cuyos nodos coinciden parcialmente con algunas áreas importantes detectadas en este trabajo por su endemismo (los extremos norte y sur de la Península de Baja California) o por su riqueza (el norte y este de Oaxaca y el suroeste de Chiapas). Además es importante considerar áreas adicionales que coincidieran con nodos panbiogeográficos de mamíferos, es decir, áreas donde convergen especies que pertenecen a biotas distintas (Escalante *et al.* inéd.). Una de las áreas importantes que no están consideradas en el actual SINAP fue la ecorregión Selvas secas de la Península de Yucatán por las especies características que presenta y por incluir una área de endemismo.

Uso de suelo. Las 57 áreas priorizadas (Cuadro 3) corresponden a sitios donde aún se mantiene una amplia cobertura de vegetación natural, lo cual se observa al sobreponer la categoría de uso de suelo "manejo agrícola, pecuario y forestal" (Fig. 6). Este resultado es congruente con las políticas de conservación, ya que las ANP y las RTP existentes se han propuesto sobre la base de áreas con poca perturbación. Por otro lado, la ecorregión Selvas secas de la Península de Yucatán presenta alrededor de un 16% de su área dedicada a actividades agropecuarias y forestales, por lo que la elección del sitio apropiado para la conservación de esta área debe realizarse considerando este aspecto, dentro de la restante área remanente sin perturbación. Sin embargo, este análisis sólo fue realizado para datos a escala 1: 1 000 000, lo cual implica poco detalle, por lo que sugiero que deben desarrollarse estudios dentro de cada área a una escala local más apropiada.

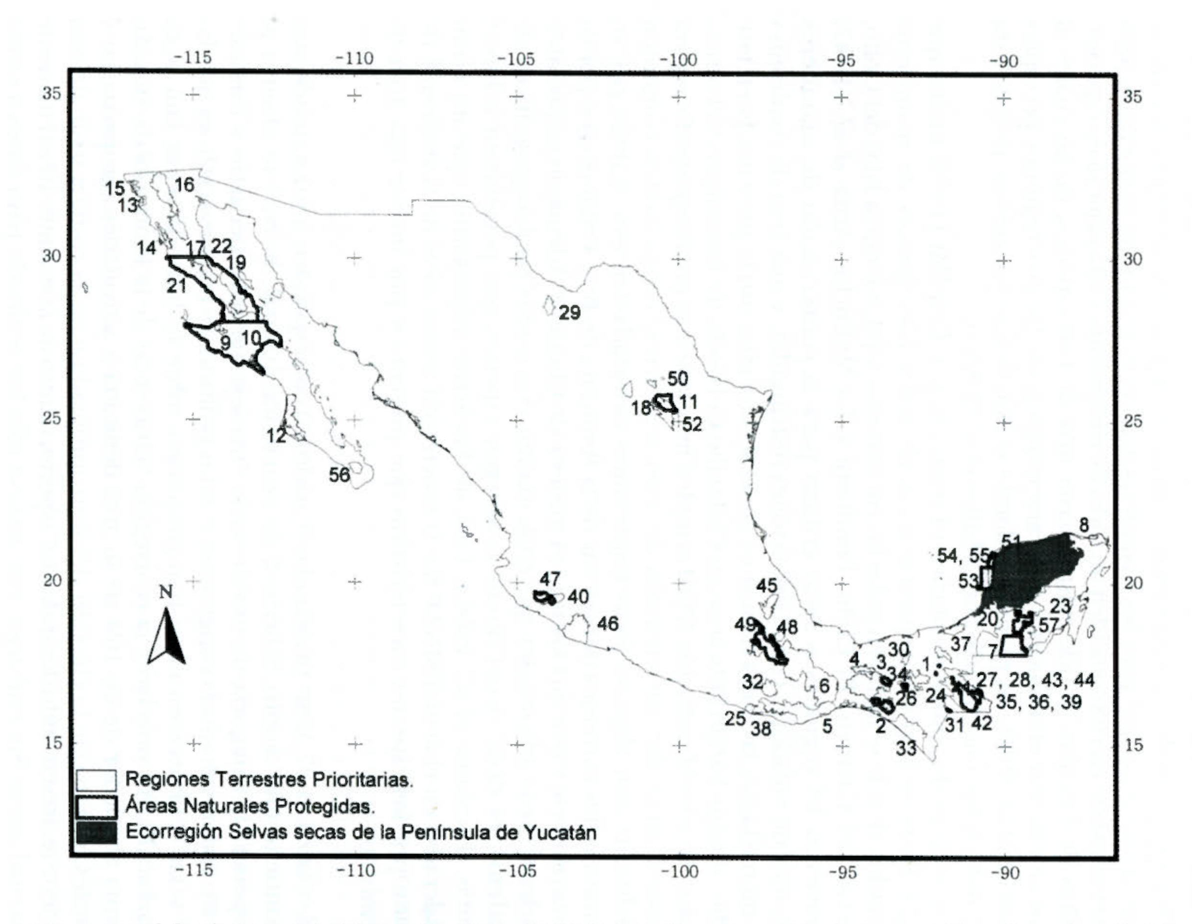


Fig 5. Propuesta general de 57 áreas prioritarias (21 ANP y 36 RTP) para la conservación de los mamíferos terrestres de México. Los números consecutivos indican el orden de prioridad para aquellas áreas con dos criterios como mínimo (ver Cuadro 3).

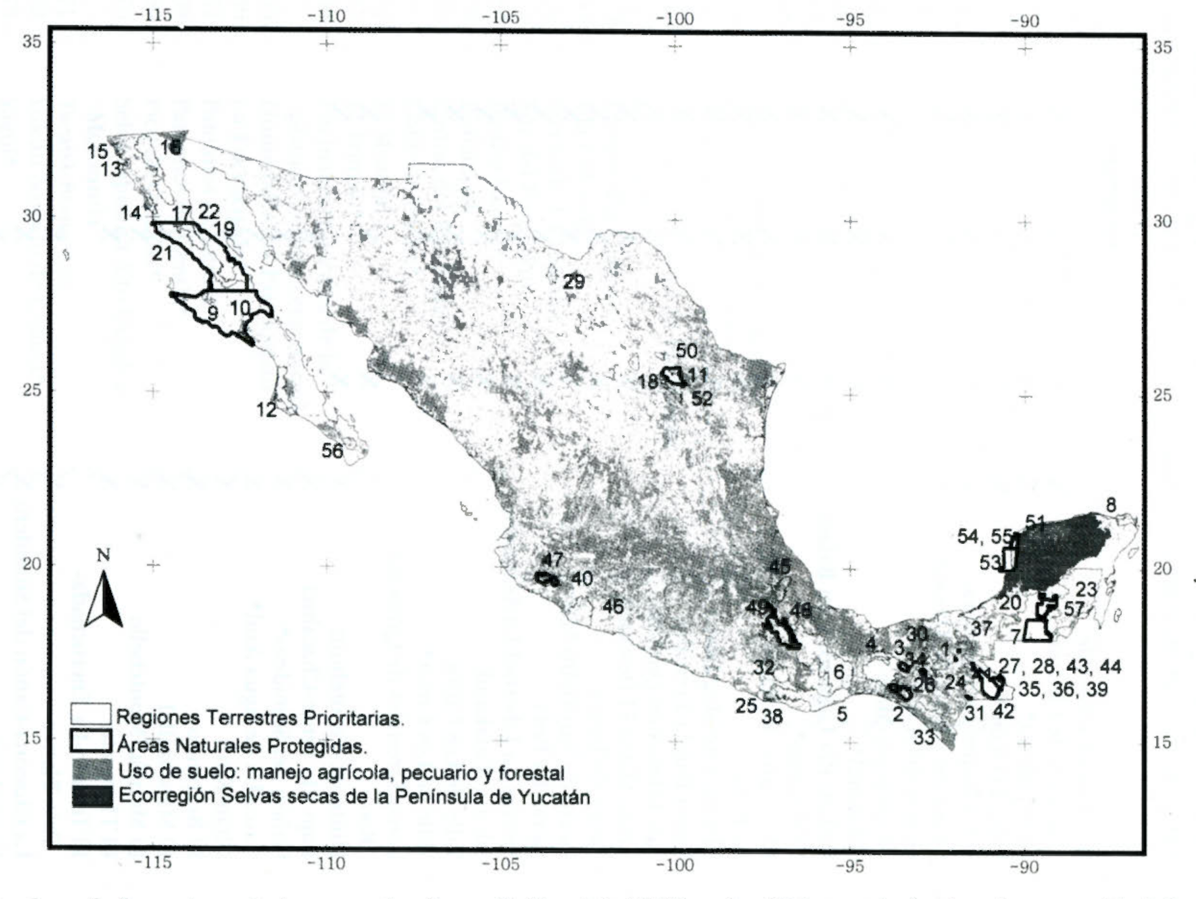


Fig. 6. Uso de suelo "manejo agrícola, pecuario y forestal" (Conabio 1999), en las 57 áreas priorizadas y la ecorregión Selvas secas de la Península de Yucatán.

Cuadro 3. Prioridades de conservación al conjuntar todos los criterios

Núm.	Área Natural Protegida* o Región Terrestre Protegida	Alta riqueza	Área endemismo	Especies caracte-rísticas en riesgo	Especies endémicas en riesgo
1	Bosques mesófilos de los Altos de Chiapas	X	X	X	X
2	La Sepultura*	X	X	X	X
3	Selva El Ocote*	X	X	X	X
4	Selva Zoque-La Sepultura	X	X	X	X
5	Sierra sur y costa de Oaxaca	X	X	X	X
6	Sierras del norte de Oaxaca-Mixe	X	X	X	X
7	Calakmul*		X	X	X
8	Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam		X	X	X
9	El Vizcaíno*		X	X	X
10	El Vizcaíno-El Barril		X	X	X
11	La Popa		X	X	X
12	Planicies de Magdalena		X	X	X
13	Punta Banda-Eréudira		X	X	X
14	San Telmo-San Quintín		X	X	X
15	Santa María-El Descanso		X	X	X
16	Sierra de Juárez		X	X	X
17	Sierra de San Pedro Mártir		X	X	X
18	Sierra La Paila		X	X	X
19	Sierras La Libertad-La Asamblea		X	X	X
20	Silvituc-Calakmul		X	X	X
21	Valle de Los Cirios		X	X	X
22	Valle de Los Cirios*		X	X	X
23	Zonas forestales de Quintana Roo		X	X	X
24	Huitepec-Tzontehuitz	X	X		X
25	Bajo Río Verde-Chacahua	X		X	
26	Cañón del Sumidero*	X		X	
27	Cascadas de Agua Azul*	X		X	
28	Chan-Kin*	X		X	
29	El Berrendo	X		X	
30	El Manzanillal	X		X	
31	El Momón-Montebello	X		X	
32	El Tlacuache	X		X	
33	El Triunfo-La Encrucijada-Palo Blanco	X		X	
34	La Chacona-Cañón del Sumidero	X		X	
35	Lacandona	X		X	
36	Lacan-Tun*	X		X	
37	Lagunas de Catazajá-Emiliano Zapata		X		X

Cuadro 3. Continuación.

Núm.	Área Natural Protegida* o Región Terrestre Protegida	Alta riqueza	Área endemismo	Especies caracte-rísticas en riesgo	Especies endémicas en riesgo
38	Lagunas de Chacahua*	X		X	
39	Lagunas de Montebello*	X		X	
40	Manantlán-Volcán de Colima	X		X	
41	Metzabok*	X		X	
42	Montes Azules*	X		X	
43	Naha*	X		X	
44	Palenque*	X		X	
45	Pico de Orizaba-Cofre de Perote	X		X	
46	Sierra de Coalcomán	X		X	
47	Sierra de Manantlán*	X		X	
48	Tehuacán-Cuicatlán*	X		X	
49	Valle de Tehuacán-Cuicatlán	X		X	
50	Cumbres de Monterrey*		X		X
51	Dzibilchaltun*		X		X
52	El Potosí-Cumbres de Monterrey		X		X
53	Los Petenes*		X		X
54	Petenes-Ría Celestún		X		X
55	Ría Celestún*		X		X
56	Sierra de La Laguna		X		X
57	Sur del Punto Put		X		X
58	Benito Juárez*	X			
59	Bonampak	X			
60	Cañón del Río Blanco	X			
61	Cofre de Perote*	X			
62	El Mozotal	X			
63	El Triunfo*	X			
64	Encinares tropicales de la planicie costera veracruzana	X			
65	Humedales del Papaloapan	X			
66	La Encrucijada*	X			
67	Pantanos de Centla				
68	Pantanos de Centla*	X			
69	Pico de Orizaba*	X			
70	Selva espinosa Alto Grijalva-Motozintla	X			
71	Tacaná-Boquerón	X			
72	Volcán Nevado de Colima*	X			
73	Yagul*	X			
74	Yaxchilán	X			
75	Tokio		X		

Cuadro 3. Continuación.

Núm.	Área Natural Protegida* o Región Terrestre Protegida	Alta riqueza	Área endemismo	Especies caracte-rísticas en riesgo	Especies endémicas en riesgo
76	Alto Golfo de California-delta del Río Colorado*			X	
77	Ajusco-Chichinautzin			X	
78	Cajón del Diablo*			X	
79	Cañón de Santa Elena*			X	
80	Cañón del Río Blanco*			X	
81	Cerro Ancho-Lago de Cuitzeo			X	
82	Cerro Viejo-Sierras de Chapala			X	
83	Cerros Negro-Yucaño			X	
84	Chamela-Cabo Corrientes			X	
85	Chamela-Cuixmala*			X	
86	Corredor Biológico Chichi-nautzin*			X	
87	Cuatrociénegas*			X	
88	Cuchillas de la Zarca			X	
89	Cuenca del Río Jesús María			X	
90	Cuetzalan			X	
91	El Pinacate y Gran Desierto de Altar*			X	
92	Hoya Rincón de Parangueo			X	
93	Huatulco*			X	
94	Iztaccíhuatl-Popocatépetl*			X	
95	La Primavera*			X	
96	Laguna Jaco			X	
97	Laguna de Términos*			X	
98	Las Bocas			X	
99	Los Tuxtlas*			X	
100	Mapimí			X	
101	Mapimí*			X	
102	Mariposa Monarca*			X	
103	Marismas Nacionales			X	
104	Nevado de Toluca			X	
105	Río Hondo			X	
106	Río Humaya			X	
107	Río Presidio			X	
108	San Javier-Tepoca			X	
109	San José			X	
110	San Juan de Camarones			X	
111	Sian Ka'an*			X	
112	Sian Ka'an-Uaymil-Xcalak			X	
113	Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui*				X

Cuadro 3. Continuación.

Núm.	Área Natural Protegida* o Región Terrestre Protegida	Alta riqueza	Área endemismo	Especies caracte-rísticas en riesgo	Especies endémicas en riesgo
114	Sierra de Chincua			X	
115	Sierra de La Madera			X	
116	Sierra de Los Tuxtlas-Laguna del Ostión			X	
117	Sierra de Morones			X	
118	Sierra de Quila*			X	
119	Sierra de San Pedro Mártir*			X	
120	Sierra El Bacatete			X	
121	Sierra Gorda-Río Moctezuma			X	
122	Sierra La Fragua			X	
123	Sierra La Giganta			X	
124	Sierra Libre			X	
125	Sierra Los Huicholes			X	
126	Sierra Madre del Sur de Guerrero			X	
127	Sierra Mazatán			X	
128	Sierra Nevada			X	
129	Sierra Seri			X	
130	Sierra Vallejo-Río Ameca			X	
131	Sierras El Álamo-El Viejo			X	
132	Sierras El Maviro-Santo Niño			X	
133	Sierras Triqui-Mixteca			X	
134	Tancítaro			X	
135	Uaymil*			X	
136	Yum Balam*			X	

Conclusiones

Las estrategias para determinar prioridades de conservación deberían incluir el mayor número de criterios posibles, entre los cuales se han comenzado a utilizar los obtenidos mediante métodos biogeográficos. En México, más del 30% de los mamíferos terrestres nativos se encuentra en riesgo, y es necesario establecer prioridades dentro de los sistemas de áreas naturales protegidas y propuestas para protegerse. Una estrategia general incluiría 136 áreas, y como mínimo 57 áreas (21 ANP y 36 RTP) donde coinciden dos criterios de conservación (Cuadro 3 y Fig. 5), además de una área para la ecorregión Selvas secas de la Península de Yucatán. Sin embargo, la información que aquí se presenta tendría que utilizarse de manera más apropiada en el caso de las áreas nuevas con propósitos de conservación (como la ecorregión Selvas secas de la Península de Yucatán), lo cual implica estudios más

detallados que involucren la cuantificación del área remanente con relativamente baja alteración, empleando por ejemplo el Inventario Forestal Nacional 2000 (Palacio-Prieto *et al.* 2000).

Agradecimientos. El presente trabajo forma parte de la tesis de Doctorado de la autora. La Dirección General de Estudios de Posgrado de la UNAM proporcionó una beca para su realización. Las opiniones de Juan J. Morrone, Jorge Llorente, José Ramírez-Pulido, David Espinosa, y un revisor anónimo fueron fundamentales; así como las colaboraciones de Claudia Aguilar, Gerardo Rodríguez y Norma Moreno.

Literatura citada

Álvarez Mondragón, E. 2001. *Propuesta de áreas para conservación de aves terrestres en México aplicando herramientas panbiogeográficas*. Tesis maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Arita, H., F. Figueroa, A. Frish, P. Rodríguez & K. Santos Del Prado. 1997. Geographical range size and the conservation of mexican mammals. *Conservation Biology 11*: 92-100.

Arita, H. 1999. *Proyecto P075: Escalas y la diversidad de mamíferos de México*. Mapa elaborado en convenio con la Conabio. http://www.conabio.gob.mx.

Arriaga, L., C. Aguilar, D. Espinosa & R. Jiménez (coords.). 1997. *Regionalización ecológica y biogeográfica de México*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.

Arriaga, L., J. M. Espinosa-Rodríguez, C. Aguilar-Zúñiga, E. Martínez-Romero, L. González-Mendoza & E. Loa. 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*, Conabio, México.

Burley, F. W. 1990. Monitoring biological diversity for setting priorities in conservation. *In:* Wilson, E. O. y F. M. Peter (eds.) *BioDiversity*. National Academic Press, Washington, pp. 227-330.

Ceballos, G. 1999. Áreas prioritarias para la conservación de los mamíferos de México. *Biodiversitas 27* (5): 1-8.

Ceballos, G. & H. T. Arita. 1996. Proyecto A003: *Formación de una base de datos para el Atlas Mastozoológico de México*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.

Ceballos, G. & D. Navarro, 1991. Diversity and conservation of Mexican mammals. *In:* M. Mares & D. Schmidly (eds.) *Latin American Mammalogy*. University of Oklahoma Press, USA, pp. 166-197.

Ceballos, G., P. Rodríguez & R. Medellín. 1998. Assessing conservation priorities in megadiverse Mexico: Mammalian diversity, endemicity, and endangerment. *Ecological Applications 8*: 8-17.

Conabio. 1999. *Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO*. Escala 1: 1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.

Conabio. 2000. *Regiones Terrestres Prioritarias*. Escala 1: 1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F.

Cuzin, F. 1996. Répartition actuelle et statut des grands mammifères sauvages du Maroc (Primates, Carnivores, Artiodactyles). *Mammalia 60*(1):101-124.

DIGITAL CHART OF THE WORLD. *Red de carreteras*. Escala 1: 1 000 000. México.

EELEY, H. A. C., M. J. LAWES & B. REYERS. 2001. Priority areas for the conservation of subtropical indigenous forest in southern Africa: a case study from Kwazulu-Natal. *Biodiversity and Conservation 10*: 1221-1246.

ESCALANTE, T., D. ESPINOSA & J. J. MORRONE. (en prensa). Using Parsimony Analysis of endemism to analyze the distribution of Mexican land mammals. *The Southwestern Naturalist 48*(4).

ESCALANTE, T., D. ESPINOSA & J. J. MORRONE. 2002. Patrones geográficos de las especies de mamíferos terrestres de México: ¿Qué es lo que se conoce? *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie) 87*: 47-65.

ESCALANTE, T., J. LLORENTE, D. ESPINOSA & J. SOBERÓN. 2000. Bases de datos y sistemas de información: aplicaciones en biogeografía. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 24*(92): 325-341.

ESRI. 1999. *ArcView 3.2 GIS*. Environmental Systems Research Institute, Inc.

FA, J. E. & L. M. MORALES. 1998. Patrones de diversidad de mamíferos de México. *In*: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot & J. Fa (eds.) *Diversidad biológica de México: Orígenes y distribución*. Instituto de Biología, UNAM, México, D.F., pp. 315-352.

GASTON, K. J. 1994. *Rarity*. Chapman & Hall, London.

INE-SEMARNAT. 2001. *Mapa de Áreas Naturales Protegidas*. SEMARNAT, México. http://www.semarnat.gob.mx.

HILTON-TAYLOR, C. (comp.). 2000. *2000 IUCN Red book. List of threatened species*. IUCN/SSC, United Kingdom.

KRESS, W. J., W. R. HEYER, P. ACEVEDO, J. CODDINGTON, D. COLE, T. L. ERWIN, B. J. MEGGERS, M. POGUE, R. W. THORINGTON, R. P. VARI, M. J. WEITZMAN & S. H. WEITZMAN. 1998. Amazonian biodiversity: assessing conservation priorities with taxonomic data. *Biodiversity and Conservation* 7(12): 1577-1587.

LOBO, J. M. 2000. ¿Es posible predecir la distribución geográfica de las especies basándonos en variables ambientales? *In:* F. Martin-Piera, J. J. Morrone y A. Melic (eds.) *Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: PriBES 2000*, SEA-CYTED-Instituto Humboldt, M3m: monografías Tercer milenio, Zaragoza, pp. 55-88.

LOBO, J. M., I. CASTRO & J. C. MORENO. 2001. Spatial and environmental determinants of vascular plant species richness distribution in the Iberian Peninsula and Balearic Islands. *Biological Journal of the Linnean Society 73*: 233-253.

LÓPEZ-WILCHIS, R. 1996. Proyecto P130: *Base de datos de los mamíferos de México depositados en colecciones de los Estados Unidos y Canadá*, Conabio, México.

LÓPEZ-WILCHIS, R. & J. LÓPEZ-JARDINEZ. 1998. *Los mamíferos de México depositados en colecciones de Estados Unidos y Canadá*, Vol. 1, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México, D.F.

LÓPEZ-WILCHIS, R., S. GAONA & G. LÓPEZ-ORTEGA. 1992a. Mamíferos terrestres de importancia cinegética. *In:* Regionalización Mastofaunística. Sección Naturaleza, Subsección Biogeografía. *Atlas Nacional de México*. Instituto de Geografía- UNAM-INEGI, México, D.F. Hoja IV.8.9.

LÓPEZ-WILCHIS, R., G. LÓPEZ ORTEGA & S. GAONA. 1992b. Mapa de zonas de importancia de mamíferos terrestres raros, amenazados y en peligro de extinción. *In*: Regionalización

Mastofaunística. Sección Naturaleza, Subsección Biogeografía. *Atlas Nacional de México*. Instituto de Geografía-UNAM-INEGI, México, D.F. Hoja IV.8.9.

MORRONE, J. J. 1994. On the identification of areas of endemism. *Systematic Biology 43*(3): 438-441.

MORRONE, J. J. 2000. La importancia de los atlas biogeográficos para la conservación de la biodiversidad. *In:* F. Martin-Piera, J. J. Morrone y A. Melic (eds.) *Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: PriBES 2000*, SEA-CYTED-Instituto Humboldt, M3m: monografías Tercer milenio, Zaragoza, pp. 69-78.

MORRONE, J. J. & J. V. CRISCI. 1992. Aplicación de métodos filogenéticos y panbiogeográficos en la conservación de la diversidad biológica. *Evolución Biológica* (Bogotá) *6*: 53-66.

MORRONE J. J. & T. ESCALANTE. 2002. Parsimony Analysis of Endemicity (PAE) of Mexican terrestrial mammals at different area units: when size matters. *Journal of Biogeography 29*(8): 1095-1104.

MORRONE, J. J. & D. ESPINOSA-ORGANISTA. 1998. La relevancia de los atlas biogeográficos para la conservación de la biodiversidad mexicana. *Ciencia* (México) *49*(3): 12-16.

PALACIO-PRIETO, J. L., G. BOCCO, A. VELÁSQUEZ, J. F. MAS, F. TAKAKI, A. VICTORIA, L. LUNA-GONZÁLEZ, G. GÓMEZ-RODRÍGUEZ, J. LÓPEZ-GARCÍA, M. PALMA, I. TREJO-VÁZQUEZ, A. PERALTA, J. PRADO-MOLINA, A. RODRÍGUEZ-AGUILAR, R. MAYORGA-SAUCEDO & F. GONZÁLEZ-MEDRANO. 2000. La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM 43*: 183-203.

PONDER, W. F., G. A. CARTER, P. FLEMONS & R. R. CHAPMAN. 2001. Evaluation of museum collection data for use in biodiversity assessment. *Conservation Biology 15*(3): 648-657.

POSADAS, P. & D. R. MIRANDA-ESQUIVEL. 1999. El PAE (Parsimony Analysis of Endemicity) como una herramienta en la evaluación de la biodiversidad. *Revista Chilena de Historia Natural* 72: 539-546.

RAMÍREZ-PULIDO, J. & A. CASTRO-CAMPILLO. 1993. Diversidad mastozoológica en México, *Revista de la Sociedad Mexicana de Historial Natural Vol. Esp.* (XLIV):413-427.

RAMÍREZ-PULIDO, J., A. CASTRO-CAMPILLO, J. ARROYO-CABRALES & F.A. CERVANTES. 1996. Lista taxonómica de los mamíferos terrestres de México. *Museum Texas Tech University 158*:62.

SCOTT, J. M. & M. D. JENNINGS. 1998. Large-area mapping of biodiversity. *Annals of the Missouri Botanical Garden 85*: 34-47.

SEDESOL. 1994. Norma oficial mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial* 438: 2-60.

SEDESOL. 1997. *Principales ciudades medias y pequeñas*. Programa Nacional de desarrollo urbano. Programa de 100 ciudades. SEDESOL. Conabio, México, D.F.

SEMARNAP-INE-CONABIO. 1995. *Reservas de la biosfera y otras áreas protegidas de México*. México, D.F.

SEMARNAP. 2000. *Programa de Áreas Naturales Protegidas de México 1995-2000*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México, D.F.

SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial* 6 de marzo de 2002 (segunda sección): 1-85.

SHAFFER, H. B., R. N. FISHER & C. DAVIDSON. 1998. The role of natural history collections in documenting species declines. *Trends in Ecology & Evolution 13*(1): 27-30.

SOBERÓN, J., J. LLORENTE & L. OÑATE. 2000. The use of specimen-label databases for conservation purposes: An example using Mexican Papilionid and Pierid butterflies. *Biodiversity and Conservation 9*: 1441-1466.

STEEGE TER, H. M., J. JANSEN-JACOBS & V. K. DATADIN. 2000. Can botanical collections assist in a National Protected Area Strategy in Guyana? *Biodiversity and Conservation 9*: 215-240.

VANE-WRIGHT, R. I., C. J. HUMPHRIES & P. H. WILLIAMS. 1991. What to protect? – Systematics and the agony of choice. *Biological Conservation 55*: 235-254.

Recibido: 28. VIII. 2002
Aceptado: 7. IV. 2003